

MULTI-COLOR LIGHT-EMITTING DEVICE AND DISPLAY DEVICE USING THAT

Patent Number: JP9167861
Publication date: 1997-06-24
Inventor(s): YAMADA MOTOKAZU, NAGAI YOSHIFUMI
Applicant(s): NICHIA CHEM IND LTD
Requested Patent: ☐ JP9167861
Application Number: JP19950325538 19951214
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L33/00
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to attain the increase in the luminance of a multi-color light-emitting device and the color mixing performance of the device by a method wherein a plurality of electrical connection members are respectively connected with the respective emitting observation surface sides of second and third semiconductor LED chips

SOLUTION: An LED chip 102, which emits a red color of a long luminous wavelength and is used as a first semiconductor LED chip, is fixed on a stem 104, which is a substrate common to the chip 102, an LED chip 101 and an LED chip 103, in such a way that the chip 102 is pinched by the LED chip 101, which emits a green color of a luminous wavelength shorter than that of the red color and is used as a second semiconductor LED chip, and the LED chip 103, which emits a blue color and is used as a third semiconductor LED chip, and is positioned in the center of the chips 101, 102 and 103. The chips 101 to 103 are respectively connected electrically with lead frames 105 to 107, which are electrodes for feeding power, and are electrically connected with the stem 104, which is made to function as an electrode common to the chips 101 to 103. At this time, a plurality of electrical connection members 108 are respectively connected with the emitting observation surface sides of the LED chips 101 and 103. Accordingly, the reduction in the luminance of a multi-color light-emitting device at the time of the long-time use can be inhibited and the color mixing performance of the device can be enhanced.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-167861

(43) 公開日 平成9年(1997)6月24日

(51) IntCl.⁶

H 0 1 L 33/00

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 L 33/00

技術表示箇所

F
N

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平7-325538

(22) 出願日

平成7年(1995)12月14日

(71) 出願人

000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者

山田 元量

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者

永井 芳文

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

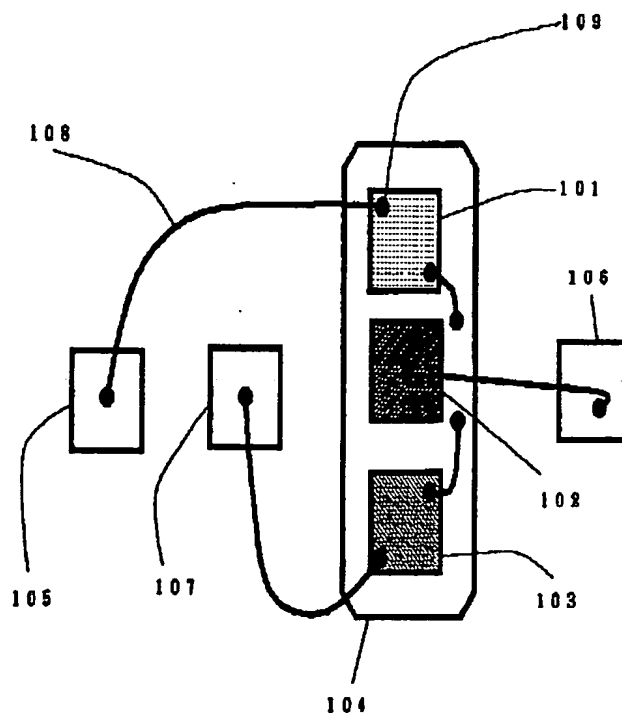
(54) 【発明の名称】 多色発光素子及びそれを用いた表示装置

(57) 【要約】

【目的】 本願発明の目的は、長時間使用時における輝度低下低減及び高混色性を達成する多色発光素子及びそれを用いた表示装置を提供することにある。

【構成】 本願発明は、共通基板上に発光波長が異なる少なくとも3つ以上の半導体をそれぞれ有する多色発光素子において、第1の発光波長を有する第1の半導体が前記第1の発光波長より短い発光波長を発光する第2及び第3の半導体の間にあって、且、前記第2及び第3の半導体のそれぞれの発光観測面側に少なくとも2以上の電気的接続部材が接続されている多色発光素子及びそれを用いた表示装置である。

【効果】 本願発明の多色発光素子及びそれを用いた表示装置は、信頼性が向上するとともに混色性を向上させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 共通基板上に発光波長が異なる少なくとも3つ以上の半導体をそれぞれ有する多色発光素子において、第1の発光波長を有する第1の半導体が前記第1の発光波長より短い発光波長を発光する第2及び第3の半導体の間にあって、且、前記第2及び第3の半導体のそれぞれの発光観測面側に少なくとも2以上の電氣的接続部材が接続されていることを特徴とする多色発光素子。

【請求項2】 前記第1の半導体の発光波長が610から700nmであり、前記第2の半導体の発光波長が495から565nmであり、前記第3の半導体の発光波長が430から490nmである請求項1記載の多色発光素子。

【請求項3】 前記発光観測面側に設けられた第1の半導体の電氣的接続部材が1つである請求項1記載の多色発光素子。

【請求項4】 前記第2及び第3の半導体の電氣的接続部材が少なくともそれぞれの発光観測面側の発光中心からずれて設けられた請求項1記載の多色発光素子。

【請求項5】 請求項1記載の多色発光素子をマトリクス状に配置し該多色発光素子内の各半導体配置方向とマトリクスの上下方向が略平行である表示パネルと、該表示パネルと電氣的に接続された駆動回路と、を有する表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、バンドギャップが異なる複数の半導体を利用して発光させる多色発光素子に関し、特に、外部量子効率が高く、長時間使用時の信頼性及び混色性に優れた多色発光素子及びそれを用いた表示装置に関する。

【従来の技術】 今日、LSI等のシリコンテクノロジー及び光通信等の発展により、大量の情報を処理及び伝送することが可能となった。これに伴い、多量な画像情報処理可能なフルカラー化及び大型化した表示装置に対する社会の要求が、ますます高まりを見せている。

【0002】 特に、不特定多数の人々が視認する大型表示装置については、極めて要求が高い。この様な大型表示装置としては、冷陰極管を多数組み合わせで表示するマルチビジョンや液晶フィルターを利用した液晶プロジェクター等が知られている。

【0003】 しかしながら、前述の方式は装置重量、装置体積が大きい。また、駆動のために高電圧を使用するため保守点検がしにくい。或いは使用環境が制限されるなどの問題がある。そのため、大型表示装置は、本格的に普及するまでには至っていない。

【0004】 一方、最近フルカラー表示が可能であるRGB（赤、緑、青）三原色がそれぞれ高輝度に発光可能な固体発光素子（以下、LEDと呼ぶ。）が開発された。このLEDの開発にともない大型表示装置等として

にわかにLEDが注目されている。LEDを用いた表示装置は、従来の表示装置と比べ装置体積、装置重量が極めて小さくすることが可能であると同時に長寿命化が可能である。また、従来の冷陰極管を使用したディスプレイ等と比較して製造が比較的容易であり、駆動電圧及び消費電力が極めて小さいために大型表示装置として特に有望視されている。

【0005】 このLEDとしては、共通基板であるステム等の上に赤色、緑色及び青色からなる3つ以上のLEDチップを配置しそれぞれの発光色の組み合わせによりフルカラー表示させることができる発光素子いわゆる「多色発光素子」が挙げられる。（以下、本願明細書における多色発光素子とは、共通基板上に設けられた発光波長が異なる電磁波を発光する半導体が複数設けられたものを示す。）具体的には、全てのLEDチップを点灯させると白色になり、赤と緑でイエロー、緑と青でシアンとなる。さらに、各LEDの明るさを調整して種類の発光色とすることができる。この様な、多色発光素子として特開平6-177430号、特開平6-177425号等が挙げられる。

【0006】 RGB3原色を使用したLED構成の具体的一例を図4及び図5に示す。このフルカラー表示可能なLEDは、足ピン404、405、406を備え、ステム407上に赤色LEDチップ401と緑色LEDチップ402及び青色LEDチップ403を配置してある。赤色LEDチップ401、緑色LEDチップ402及び青色LEDチップ403は、それぞれの半導体に設けられた一方の電極とステム407とをそれぞれAgペーストを介して電氣的に接続し他方の電極と足ピン404、405、406とは電氣的接続部材408を用いて結線してある。次に図5に示すように、光拡散剤を低濃度で分散させたエポキシ樹脂等の光分散部材501と、透明のエポキシ樹脂などからなる透明部材502と、を有するモールド503が形成される。即ち、モールド503は、各LEDチップ401、402、403からの光を混色等させるためのレンズとして機能している。上記構成の各LEDチップをそれぞれ発光させることによって所望の発光色がえられる多色発光素子として機能させることができる。この多色発光素子をマトリクス状や所望の幾何学的形状に配置することによって表示装置として利用することができる。

【0007】 しかしながら、視認性及び信頼性の向上が求められる今日においては上記構成の多色発光素子では十分ではなく更なる高輝度低電力化、混色性の向上及び耐久性が求められている。又上記構成の多色発光素子を表示装置として用いた場合においては見る角度によって著しく生じる混色不良現象を改善することが求められている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 本願発明は、上記課題

に鑑み信頼性が高く更なる高輝度化及び高混色性を達成する多色発光素子及びそれを用いた表示装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本願発明は、共通基板上に発光波長が異なる少なくとも3つ以上の半導体をそれぞれ有する多色発光素子において、第1の発光波長を有する第1の半導体が前記第1の発光波長より短い発光波長を発光する第2及び第3の半導体の間にあって、且、前記第2及び第3の半導体のそれぞれの発光観測面側に少なくとも2以上の電氣的接続部材が接続されている多色発光素子である。

【0010】また、本願発明は前記第1の半導体の発光波長が610から700nmであり、前記第2の半導体の発光波長が495から565nmであり、前記第3の半導体の発光波長が430から490nmの多色発光素子である。

【0011】さらに、前記発光観測面側に設けられた第1の半導体の電氣的接続部材が1つの多色発光素子である。

【0012】前記第2及び第3の半導体の電氣的接続部材が少なくともそれぞれの発光観測面側の発光中心からずれて設けられた多色発光素子である。

【0013】さらにまた、各半導体を実質的に一直線上に配置された多色発光素子をマトリクス状に配置し該半導体直線配置方向とマトリクスの上下方向が略平行である表示パネルと、該表示パネルと電氣的に接続された駆動回路と、を有する表示装置である。

【0014】

【発明の効果】本願発明の請求項1の構成とすることにより長時間使用時の輝度低下を抑え信頼性が向上するとともに混色性を向上させることができる。

【0015】本願発明の請求項2の構成とすることによってフルカラー表示においても混色性が向上する。

【0016】本願発明の請求項3の構成とすることにより、光度保持率を維持しつつ製造を簡略化することができる。

【0017】本願発明の請求項4の構成とすることによって、発光効率を向上させることができる。

【0018】本願発明の請求項5の構成とすることによって、多色発光素子が1画素として繰り返し近接して多数配置された表示パネルを用いる表示装置においても混色性を向上させることができる。即ち、見る角度における混色性が崩れることを低減させることができる。

【0019】

【実施態様例】本願発明者らは種々の実験の結果、多色発光素子においては混色性、輝度及び信頼性が各LEDチップに設けられた電氣的接続部材と、波長の異なる各LEDの特定配置によって大きく変わることを見だし、これに基づいて発明するに至った。

【0020】本願発明の構成による特性向上の理由は定かではないが、バンドギャップの大きさによってほぼ発熱量が比例すること及びLEDチップの配置によって熱が集中することが光度保持率に大きな関係があるためと考えられる。

【0021】即ち、LEDチップは、熱を受けることで発光波長がずれるなどの悪影響が生じるが、多色発光素子では個々LEDチップの発光色を混色させる必要があるためある程度接近して設けなければならず各LEDチップが発生する熱を無視することが出来ない。特に混色性向上のために3つ以上直線的に並べた場合、中央ほど両側から熱を貰うため影響が大きい。さらに、個々の半導体のバンドギャップは発光波長を決定すると共に発熱量をも決定する。したがって、発光波長の異なるLEDチップを直線的に配置した場合熱の影響が顕著に現れ光度保持率が大きく変化すると考えられる。

【0022】したがって、発熱量の大きいLEDチップを中央から離すと共に電氣的接続部材を増やすことによって放熱量を多し光度保持率の向上が図られる。

【0023】一方、混色性の変化は半導体や電氣的接続部材によって遮られ方が変化することによって生じる為と考えられる。発光波長の長い電磁波を放出する半導体から放出された光は、半導体のバンドギャップの関係から前記発光波長より短い電磁波を放出する半導体を比較的通過しやすいがこの逆の場合は吸収され易くなること及び短波長光の方が長波長光よりワイヤーなどと接続された電氣的接続部に吸収されやすいこと、との相乗効果により混色性に差ができるものと考えられる。

【0024】また、LEDをパネルに実装しパネルの上下方向に対してLEDチップの並びがほぼ平行にして使用する場合は、RGB3色とも左右方向から混色性良くみることができる。上下方向において赤色を中心として緑色及び青色によって挟まれた構造では、人間の色差に対する感度は青－緑間に比ベイエローやマゼンタ系で高いため赤色と緑色、赤色と青色とが接近させることによって混色を向上させることができる。従って、ディスプレイ全体として良好な混色性を得ることができる。

【0025】以下、図を用いて本願発明を詳細に説明する。図1は、本願発明の概略断面図であり、図2は、本願発明の概略模式図である。発光波長の異なる各LEDチップとして緑色（発光波長555nm）を発光するLEDチップ101、赤色（発光波長660nm）を発光するLEDチップ102及び青色（発光波長480nm）を発光するLEDチップ103が共通基板であるステム104上に接着剤を使用して固定してある。ここで、LEDチップは、発光波長の最も長い赤色を中心として両側に緑色と青色を配置する構成としてある。各LEDチップ101、102、103は、それぞれ電力を供給するための電極であるリードフレーム105、10

6、107及び共通電極として機能させるステム104と電気的に接続されている。電気的接続としてはダイボンド等の機器を用いて金線などの電気的接続部材108をワイヤーボンディングしてある。ステム104及び各リードフレーム105は、樹脂モールド209としてエポキシ樹脂などにより封入することによって多色発光が可能なLEDとしている。(なお、本願明細書における多色発光素子とは、共通基板上に設けられた少なくとも3以上の発光波長が異なる半導体と呼ぶ。)以下各々の構成部品について説明する。

【0026】(LEDチップ101、102、103)半導体発光素子である各LEDチップは、液相成長法やMOCVD法等により基板上にGaAlN、ZnS、ZnSe、SiC、GaP、GaAlAs、AlInGaP、InGaN、GaN、AlInGaP等の半導体を発光層として形成させた物が用いられる。半導体の構造としては、MIS接合やPN接合を有したホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構造のものが挙げられる。半導体層の材料やその混晶度によって発光波長を紫外光から赤外光まで種種選択することができる。

【0027】次に、上記構成の半導体が形成された半導体ウエハー等をダイヤモンド製の刃先を有するブレードが回転するダイシングソーにより直接フルカットするか、または刃先幅よりも広い幅の溝を切り込んだ後(ハーフカット)、外力によって半導体ウエハーを割る。あるいは、先端のダイヤモンド針が往復直線運動するスクライパーにより半導体ウエハーに極めて細いスクライブライン(経線)を例えば碁盤目状に引いた後、外力によってウエハーを割り半導体ウエハーからチップ状にカットする。

【0028】発光観測面側に複数の電極を形成するためには各半導体を所望の形状にエッチングしてあることが好ましい。エッチングとしては、ドライエッチングや、ウェットエッチングがある。ドライエッチングとしては例えば反応性イオンエッチング、イオンミリング、集束ビームエッチング、ECREッチング等が挙げられる。又、ウェットエッチングとしては、硝酸と磷酸の混酸を用いることが出来る。ただし、エッチングを行う前に所望の形状に窒化珪素や二酸化珪素等の材料を用いてマスクを形成することは言うまでもない。

【0029】野外などの使用を考慮する場合、高輝度な半導体材料として緑色及び青色を窒化ガリウム系化合物半導体を用いることが好ましく、また、赤色ではガリウム、アルミニウム、砒素系の半導体やアルミニウム、インジウム、ガリウム、燐系の半導体を用いることが好ましいが、用途によって種種利用できることは言うまでもない。

【0030】なお、窒化ガリウム系化合物半導体を使用した場合、半導体基板にはサファイヤ、スピネル、SiC、Si、ZnO等の材料が用いられる。結晶性の良い

窒化ガリウムを形成させるためにはサファイヤ基板を用いることが好ましい。このサファイヤ基板上にGa₂N、AlN等のバッファ層を形成しその上にP-N接合を有する窒化ガリウム半導体を形成させる。窒化ガリウム系半導体は、不純物をドーブしない状態でN型導電性を示す。なお、発光効率を向上させる等所望のN型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、N型ドーパントとしてSi、Ge、Se、Te、C等を適宜導入することが好ましい。一方、P型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、P型ドーパントであるZn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba等をドーブさせる。窒化ガリウム半導体は、P型ドーパントをドーブしただけではP型化しにくいいためP型ドーパント導入後に、低電子線照射させたり、プラズマ照射等によりアニールすることでP型化させる必要がある。

【0031】こうしてできた波長の異なるLEDチップは、所望によって複数用いることができ、例えば青色を2個、緑色及び赤色をそれぞれ1個ずつとすることが出来る。また、発光波長は必ずしも青色、緑色、赤色に限られる物ではなく、所望に応じて黄色などが発光できるように半導体のバンドギャップを調節すれば良い。また、LEDチップの配置としては、発光波長の長いLEDチップほど中央側に配置されればよい。光学的には、それぞれの発光素子を直線状に配置することが好ましい。具体的な例としては、青緑色LEDチップに挟まれた黄色LEDチップを用いて白色光を発光させることが出来る。なお、表示装置用の多色発光素子として利用するためには赤色の発光波長が610nmから700nm、緑色が495nmから565nm、青色の発光波長が430nmから490nmであることが好ましい。

【0032】(電気的接続部材108)電気的接続部材108としては、各LED電極とのオーミック性、機械的接続性、電気伝導性及び熱伝導性がよいものが求められる。熱伝導度としては $0.01 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}^\circ\text{C}$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}^\circ\text{C}$ 以上である。具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等及びそれらの合金を用いたボンディングワイヤーが挙げられる。また、銀、カーボン等のフィラーを樹脂で充填した導電性接着剤等を用いることもできる。作業性を考慮してアルミニウム線あるいは金線が好ましい。

【0033】本発明において用いられる電気的接続部材としては、放熱性向上の目的で複数設けることが出来るが、多くなると発光面積が制限されるために輝度が低下する。したがって、1つのLEDチップとしては発光面側に2〜6カ所が好ましい。

【0034】しかしながら、本願発明においては中央側のLEDチップは、バンドギャップが小さいために発熱量が少なく電気的接続部材を1つ設ける構成でも十分となる。電気的接続部材が1つであると両側のLEDチップ

が2本以上であっても配線の自由度を大きくできると共に製造工程を簡略化できる。

【0035】（電氣的接続部）本願発明において用いられる電氣的接続部109とは、各LEDチップに電力を供給するために設けられたLEDチップ上の電氣的接点であって、少なくともLEDチップから放出された発光波長の一部を吸収する物をいい、接続部においてLEDからの発光を20%以上遮光する物を言う。具体的には、ワイヤーボンディングの際に生じるボール、LEDからの発光が吸収されるLED上の電極や電氣的接続をさせるための導電性樹脂等があげられる。電氣的接続部材を2以上設ける場合発光効率を向上させるには発光面中心からずれていることが好ましい。

【0036】なお、本願発明でいうLEDチップの発光面中心とは、発光面の重心をいう。また、発光面中心からずれるとは、少なくとも電氣的接続部が発光面中心にかかっていないことを言う。

【0037】（電極）本願発明に用いられるLEDチップの電極としては、種々の方法によって形成される。導電性基板結晶上にGaP、GaAlAs等の半導体を形成させたLEDの場合、基板結晶を除去するためアルミナや炭化珪素の細粒によるラッピング、表面の平滑性を向上させるためのポリシング及び洗浄の工程をへた後、金や白金等を含有する材料を蒸着材料やスパッタ材料として用いそれぞれ所望の場所に蒸着方法やスパッタリング方法などによって電極を形成させる。また、形成された半導体側に蒸着方法やスパッタ方法を利用して金、白金等の金属を一部分堆積させ電極として利用することもできる。なお、堆積させた金属と半導体とを溶着合金させるために不活性ガス中において300～400℃で数秒から数分間熱処理することが好ましい。

【0038】発光素子の電極を介して発光させる場合は、金属薄膜等で形成させた透光性（なお、ここで透光性とは発光素子の発光する光の波長に対して電極を通過すれば良い。）の電極とする必要がある。また、P型導電性を有する半導体と接続させる電極（以下、P型電極と呼ぶ。）としてはP型導電性を有する半導体層とオーミック接触させる必要がある。

【0039】窒化ガリウム系半導体の場合、これらの条件を満たす材料として、例えばAu、Ni、Pt、Al、Cr、Mo、W、In、Ga、Ti、Ag、Rh等の金属及びそれらの合金が挙げられる。また、透光性を有する電極材料としてITO、SnO₂、NiO₂等の金属酸化物もあげられる。さらには、これらの上に前記金属薄膜を積層することも可能である。金属等を透光性とするためには蒸着方法、スパッタ方法等を用いて極めて薄く形成させれば良い。また、金属を蒸着あるいはスパッタ方法等によって形成させた後、アニーリングして金属をP型導電性を有する半導体層中に拡散させると共に外部に飛散させて所望の膜厚（透光性となる電極の膜

厚）に調整させた電極を形成させることもできる。透光性となる金属電極の膜厚は、所望する発光波長や金属の種類によっても異なるが、好ましくは、0.001～0.1μmであり、より好ましくは、0.05～0.2μmである。更に、電極を透光性とした場合、P型電極の形状としては、線状、平面状等目的に応じて形成させることができる。P型導電性を有する半導体層全体に形成された平面状電極は、電流を全面に広げ全面発光とすることができる。

【0040】さらにまた、P型電極を極めて薄く形成させた場合、電極上に直接ワイヤーボンディングすると、ボールがP型電極と合金化せず接続しにくくなる傾向があるため密着性向上のためにP型電極とは別にボンディング用の台座電極を形成させたり、P型電極を多層構成とすることが好ましい。台座電極の材質としては、Au、Pt、Al等を使用することができる。台座電極の膜厚としてはミクロンオーダーとすることが好ましい。又、P型電極の少なくとも一部を多層構成とする場合、窒化ガリウムと接触させる接触電極にはCr、Mo、W、Ni、Al、In、Ga、Ti、Agから選択される金属あるいは、これらの合金が好適に用いられボンディングと接触するボンディング電極としてはAl、Au等の金属あるいはこれらの合金が好適に用いられる。なお、半導体素子通電時、P型電極中にボンディング用電極材料がマイグレーションする場合があるためボンディング用電極Au単体あるいはAl及びCr含有量が少ないAu合金とすることが特に好ましい。

【0041】サファイヤ基板を用いた窒化ガリウム系半導体の場合、N型導電性を有する半導体と電氣的に接続される電極（以下、N型電極と呼ぶ。）としてはCrまたはNiまたは、Alの単体、合金としてはAu、Pt、Mo、Ti、In、Ga、Al、Wより選択された一種の金属と、Crとの合金、またはNiとの合金、Cr-Ni合金または、Ag、Al、Ti、Wやその合金を使用することができる。又、それらの多層膜とすることもできる。N型電極としては、特にCr単独、Cr-Ni合金、Cr-Au合金、Ni-Au合金、Ti-AlまたはTi-Ag合金が好ましい。合金のCr、Ni、Ti、Ag含有量は、合金材料や半導体材料によって種々選択されるが多いほど好ましい。上記電極材料を窒化ガリウム系化合物半導体に形成させるには予め合金化させておいた金属、または金属単体を蒸着材料あるいはスパッタ材料とすることによって電極を形成させることができる。

【0042】なお、窒化ガリウム半導体の場合は、電極材料と半導体材料をなじませオーミック特性を向上させるために400℃以上でアニールすることが好ましい。また、窒化ガリウム半導体の分解を抑制する目的から1100℃以下でアニールすることが好ましい。さらに、アニーリングを窒素雰囲気中で行うことにより、窒化ガ

リウム系化合物半導体中の窒素が分解して出て行くのを抑制することができ、結晶性を保つことができる。

【0043】（共通基板104）共通基板としては、各LEDチップを配置するために用いられるものであればよく、半導体基板やステム等種類の物が利用できる。ステムを共通基板104として利用する場合は各LEDチップをダイボンド等の機器で積置するのに十分な大きさがあれば良く絶縁体を介してリードフレームと接続させてもよい。ステム104を各LEDの共通電極として利用する場合においては十分な電気伝導性とボンディングワイヤー等との接続性が求められる。

【0044】各LEDチップとステムとの接続は熱硬化性樹脂などによって行うことができる。具体的には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂やイミド樹脂などが挙げられる。また、LEDチップとステムとを接着させると共に電氣的に接続させるためにはAgペースト、カーボンペースト、金属バンプ等を用いることができる。さらに、各LEDの発光効率を向上させるためにステム表面に反射機能を持たせても良い。具体的な電気抵抗としては $300\mu\Omega\text{-cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは、 $3\mu\Omega\text{-cm}$ 以下である。また、ステム上に複数のLEDチップを積置する場合は、LEDからの発熱量が多くなるため熱伝導度がよいことが求められる。具体的には、 $0.01\text{cal/cm}^2\text{/cm}^\circ\text{C}$ 以上が好ましくより好ましくは $0.5\text{cal/cm}^2\text{/cm}^\circ\text{C}$ 以上である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅、メタライズパターン付きセラミック等が挙げられる。

【0045】（リードフレーム105、106、107）リードフレームとしては、ボンディングワイヤー等との接続性及び電気伝導性が求められる。具体的な電気抵抗としては、 $300\mu\Omega\text{-cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは $3\mu\Omega\text{-cm}$ 以下である。これらの条件を満たす材料としては、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅等が挙げられる。

【0046】（モールド209）モールド209は、各LEDチップ及び電氣的接続部材等を外部から保護するために設けることが好ましく一般には樹脂を用いて形成させることができる。また、樹脂モールドに拡散剤を含有させることによってLEDからの指向性を緩和させ視野角を増やすことができる。更に、樹脂モールドを所望の形状にすることによってLEDからの発光を集束させたり拡散させたりするレンズ効果を持たせることができる。従って、樹脂モールドは複数積層した構造でもよい。具体的には、凸レンズ形状、凹レンズ形状やそれらを複数組み合わせた物である。さらに樹脂モールド自体に着色させ所望外の波長をカットするフィルターの役目をもたすこともできる。上記樹脂モールドの材料としては、エポキシ樹脂、ユリア樹脂などの耐候性に優れた透明樹脂が好適に用いられる。また、拡散剤としては、チ

タン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等が好適に用いられる。

【0047】（表示装置301）表示装置301としては、本願発明の多色発光素子を複数個配置した表示パネル302と駆動回路303である点灯回路など電氣的に接続されたものが用いられる。具体的には、多色発光素子を任意形状に配置し標識などに利用できるが、本願発明における表示装置としては、マトリクス状に配置し駆動回路からの出力パルスによってディスプレイ等に使用できる物を言う。駆動回路としては、入力される表示データを一時的に記憶させるRAM（Random Access Memory）と、該RAMに記憶されるデータからLEDを所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路と、階調制御回路の出力信号でスイッチングされて、LED304を点灯させるドライバーとを備える。階調制御回路は、RAMに記憶されるデータからLEDの点灯時間を演算してパルス信号を出力する。階調制御回路から出力されるパルス信号である階調信号は、LEDのドライバーに入力されてドライバをスイッチングさせる。ドライバーがオンになるとLEDが点灯され、オフになると消灯される。

【0048】以下、本願発明の実施例について説明するが、本願発明は具体的実施例のみに限定されるものではないことは言うまでもない。

【0049】

【実施例】

【実施例1】多色発光素子に用いられる各LEDチップ、緑色、青色及び赤色の発光層の半導体としてそれぞれGaP（発光波長555nm）、SiC（発光波長470nm）、GaAlAs（発光波長660nm）を使用して構成させた。

【0050】具体的には、赤色を発光するLEDチップは温度差液晶成長法で連続的にP型ガリウム・砒素基板上にP型GaAlAsを成長し、その上にN型GaAlAsを成長し、発光領域であるP型GaAlAsを形成させる。青色を発光するLEDチップは、N型基板上に液相エピタキシャル結晶成長法を用いてSiCを発光領域にしたPN接合半導体を形成させる。緑色を発光するLEDチップは、液相成長法によりN型ガリウム・リン基板結晶上にN型及びP型エピタキシャル成長法で連続して成長する同種接合によりP-N接合を形成する。

【0051】各LEDチップとなる半導体は、それぞれ発光観測面側に発光中心をずらして電氣的接続が形成できるようP型半導体あるいはN型半導体を部分的にドライエッチングしてある。この後、金を各半導体に真空蒸着させて電極を形成させた。こうしてできた各半導体ウエハーをLEDチップとして使用するためにスクライバーによってスクライプラインを引いた後、外力によって $350\mu\text{m}$ 角の大きさに切断した。

【0052】このLEDチップを表面反射性が良い銅製

ステム上にダイボンディング機器を用いて熱硬化性エポキシ樹脂によって図1の如く配置した。図1は、発光波長の長い赤色(660nm)を発光するLEDチップがそれよりも発光波長が短い青色(480nm)、緑色(555nm)のLEDチップにはさまれて中心となるように固定されている。次にワイヤーボンディング機器を用いて直径0.03mmのAu線をLEDの各電極、ステム及びリードフレームにワイヤーボンディングした。これを無着色のエポキシ樹脂が充填されたカップ中に入れ120℃、5時間で硬化させた。こうして多色発光素子が封入されたLEDを500個形成した。

【0053】次に、このLEDを基板上に7×7個のマトリックス状に配置しそれぞれ駆動回路と電氣的に接続させ図3に示した表示装置を10個形成した。TOPUKON社製BM-7によってLEDがx・y色度図(Kell Chart)上で白色(x=0.31、y=0.31)となる各LEDチップの光度(a)及び1000時間の連続点灯後の光度(b)をそれぞれ測定し光度保持率((a/b)×100)として表した。測定結果は、それぞれLEDの10個平均を実施例及び比較例で比較し表1に示した。

【0054】【比較例1】各LEDチップの電氣的接続部材を発光観測面側の発光中心に1つ設けた以外は実施例1と同様にして多色発光素子及び表示装置を形成させた。このLED及び表示装置を実施例1と同様にして測定した。

【0055】【比較例2】発光波長の最も短い青色を発光する半導体を中心に両端に赤色及び緑色を発光する半導体を配置した以外は実施例1と同様にして多色発光素子及び表示装置を形成させた。このLED及び表示装置を実施例1と同様にして測定した。

【0056】【実施例2】中央のLEDチップの電氣的接続部材を発光観測面側の発光中心に1つ設けた以外は実施例1と同様にして多色発光素子及び表示装置を形成させた。このLED及び表示装置を実施例1と同様にして測定した。

【0057】【実施例3】多色発光素子に用いられる各LEDチップ、緑色、青色及び赤色の発光層の半導体としてそれぞれInGa_{0.49}N(発光波長525nm)、InGa_{0.49}N(発光波長470nm)、GaAlAs(発光波長660nm)を使用して構成させた。

【0058】具体的には、赤色を発光するLEDチップ用の半導体ウエハは、温度差液晶成長法で連続的にP型ガリウム・砒素基板上にP型GaAlAsを成長し、その上にN型GaAlAsを成長し、発光領域であるP型GaAlAsを形成させる。青色及び緑色を発光する半導体ウエハは、厚さ400μmのサファイヤ基板上にN型及びP型窒化ガリウム化合物半導体をMOCVD成長法でそれぞれ5μm、1μm堆積させヘテロ構造のP-N接合を形成した2インチ径のものである。な

お、P型窒化ガリウム半導体は、P型ドーパントであるMgをドーブした後アニールした形成させる。

【0059】緑色及び青色のLEDチップは、発光観測面側に発光中心をずらして電氣的接続が形成できるようにP型半導体あるいはN型半導体を部分的にドライエッチングする。次に、N型電極としてTi-Al合金を各半導体にスパッタリングし、P型電極としてAuを各半導体にスパッタリングして電極を形成させた。その後、各半導体ウエハをLEDチップとして使用するためにスクライパーによってスクライプラインを引いた後、外力によって350μm角の大きさに切断した。

【0060】一方、赤色LEDチップは発光観測側電極として発光中心に直径0.15mmの円状の白金金属膜を電極層として真空蒸着によって形成させた。また、非発光観測側であるP型GaAlAs基板上に金を電極層として真空蒸着によって形成させた。このLEDチップを銅製のステム上に図1と同様に発光波長の長い赤色を発光するLEDチップが中心となるように接着剤を用いて固定させた。なお、緑色LEDチップ及び青色LEDチップは、実施例1と同様にして接着させたが赤色LEDチップに関しては接着剤としてAgペーストを用いて固定させると共に共通基板であるステムと電氣的にも接続させてある。

【0061】次に、ワイヤーボンディング機器を用いて直径0.03mmのAu線をLEDチップの各電極、ステム及びリードフレームにワイヤーボンディングした。なお、赤色LEDチップに関しては、電流を均等に流し発光を均一にするために中央に電氣的接続部材を形成した。これを無着色のエポキシ樹脂が充填されたカップ中に入れ120℃5時間で硬化させた。こうして多色発光素子が封入されたLEDを500個形成した。

【0062】次に、このLEDを基板上に7×7個のマトリックス状に配置しそれぞれ駆動回路と電氣的に接続させ表示装置を形成した。このLED及び表示装置を実施例1と同様にして測定した。

【0063】表1の結果から本願発明の多色発光素子が比較のために示した多色発光素子より明らかに光度保持率が優れていることが分かった。また、光度保持率が優れていることにより結果的にLEDとして消費電力も少く寿命も延びる。また、本願発明の表示装置はいずれも各比較例の表示装置よりも平均的に上下左右方向における混色性が優れていた。

【0064】

【発明の効果】以上説明したように、本願発明の多色発光素子及びそれを用いた表示装置は、長時間使用時における輝度低下を抑制するとともに混色性を向上させることができる。更に、表示装置として用いた場合は、見る角度における混色性が崩れることを低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本願発明の多色発光素子のLED概略断面図である。

【図２】本願発明の多色発光素子を利用したLEDの概略模式図である。

【図３】本願発明の多色発光を利用した表示装置の概略模式図である。

【図４】本願発明と比較のために示した多色発光素子を利用したLED概略断面図である。

【図５】本願発明と比較のために示した多色発光素子を利用したLEDの概略模式図である。

【符号の説明】

101 緑色LEDチップ
102 赤色LEDチップ
103 青色LEDチップ
104 共通基板であるステム
105、106、107 リードフレーム

108 電氣的接続部材
109 電氣的接続部
209 モールド
301 表示装置
302 表示パネル
303 駆動回路
304 LED
404、405、406 足ピン
407 ステム
401 赤色LEDチップ
402 緑色LEDチップ
403 青色LEDチップ
501 光分散部材
502 エポキシ樹脂などからなる透明部材
503 樹脂モールド

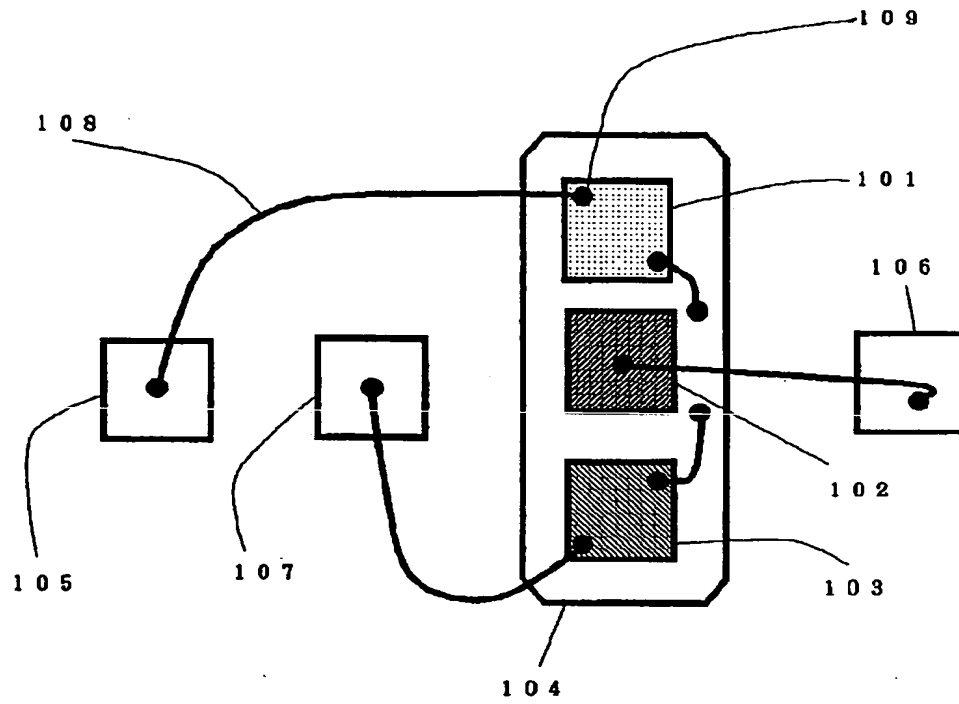
【表１】

	上側の 光度保持率	中央の 光度保持率	下側の 光度保持率
実施例1	80 (SiC)	90 (GaAlAs)	85 (GaP)
実施例2	80 (SiC)	90 (GaAlAs)	85 (GaP)
実施例3	90 (InGaN)	90 (GaAlAs)	90 (InGaN)
比較例1	70 (SiC)	85 (GaAlAs)	75 (GaP)
比較例2	90 (GaAlAs)	70 (SiC)	80 (GaP)

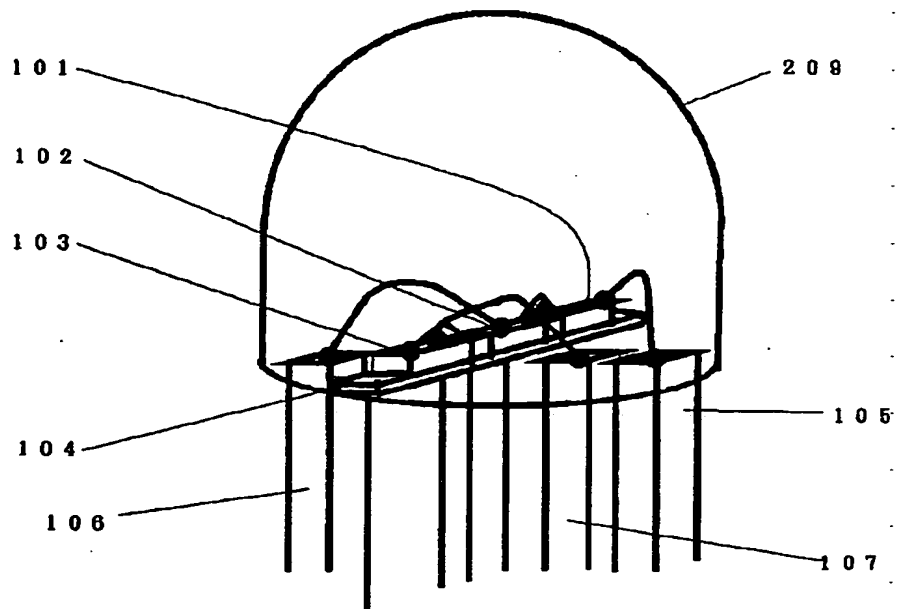
なお、括弧内はLED内のLEDチップが配置された場

所における半導体材料を示す。

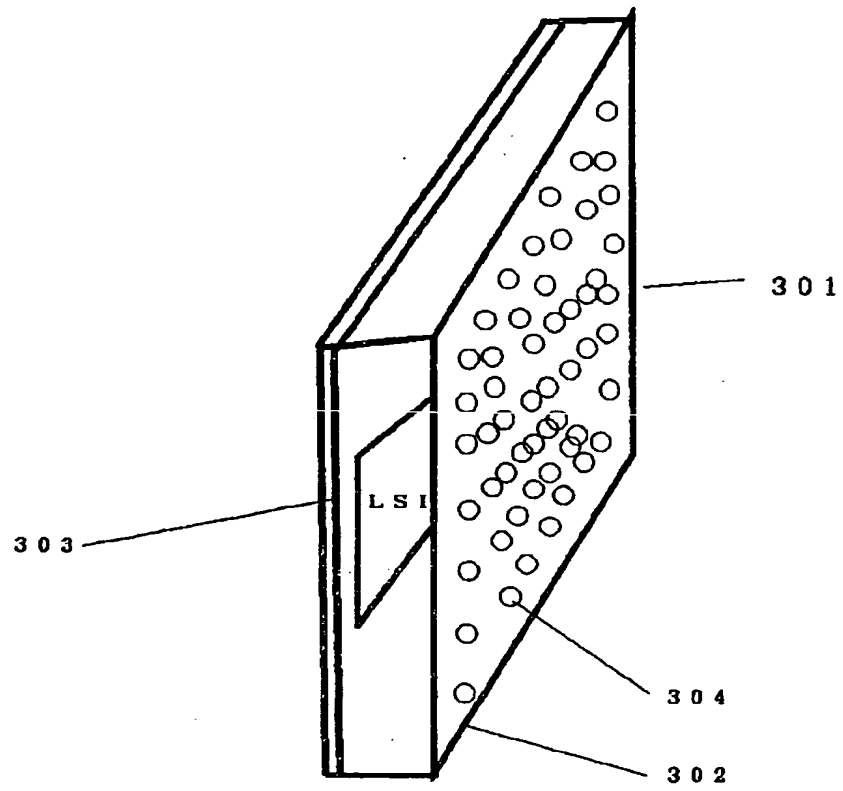
【図1】



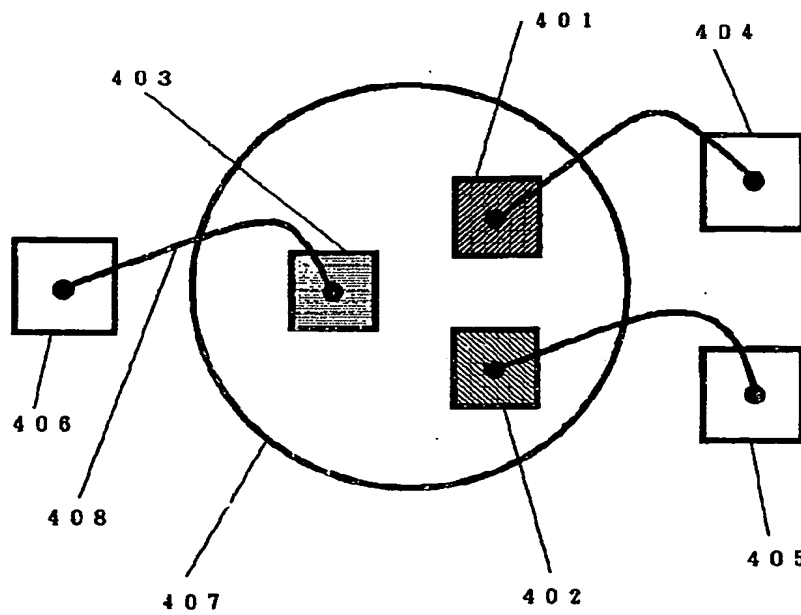
【図2】



【図3】



【図4】



【圖5】

